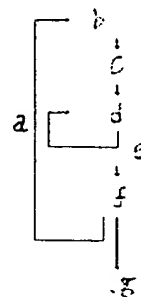


**(54) ENCODING METHOD FOR EXCITATION PERIOD OF VOICE**

(11) 5-19794 (A) (43) 29.1.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-167078 (22) 8.7.1991  
 (71) NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>  
 (72) TAKEHIRO MORIYA(3)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G10L9/14, G10L9/18

**PURPOSE:** To improve the quality of a synthesized voice by making code vectors of a noise code book periodic.

**CONSTITUTION:** In code driving linear predictive encoding, one cycle is set among plural predetermined kind of cycles, an excitation vector is obtained from an adaptive code book with the cycle, and the code vectors in the noise code book are made periodic respectively with the cycle; and respective synthesizing filters are excited with the respective sums of the cyclic code vectors and excitation vector to regenerate a voice, the code vector (index) of the noise code book which minimizes the distortion of the regenerated voice to the input voice is determined temporarily, and similar processing is repeated for all determined kind of cycles, thereby selecting the noise index of minimum distortion and its period from the temporarily determined index.



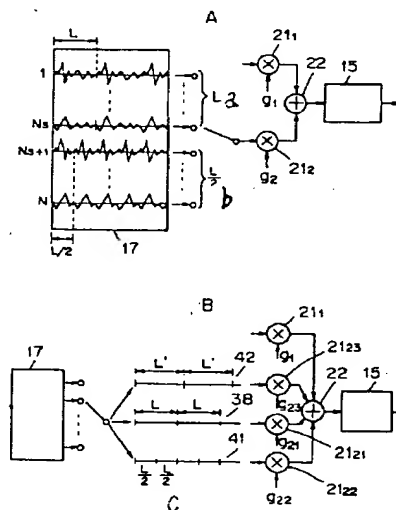
a: loop of only kind of cycles, b: setting of cycle, c: excitation by adaptive code book, d: evaluation of distortion after excitation with noise component repeated with cycle, e: loop of number of code books, f: temporary determination of index of noise code book, g: determination of cycle and index of noise code book

**(54) EXCITATION SIGNAL ENCODING AND DECODING METHOD FOR VOICE**

(11) 5-19795 (A) (43) 29.1.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-167081 (22) 8.7.1991  
 (71) NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>  
 (72) TAKEHIRO MORIYA(3)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G10L9/14, G10L9/18

**PURPOSE:** To improve the quality of a synthesized voice by making code vectors of a noise code book periodic.

**CONSTITUTION:** In code driving linear predictive encoding, a basic cycle L is retrieved by using an adaptive code book and then the noise code book is retrieved. At this time, code vectors of numbers 1-N<sub>s</sub> in the noise code book 17 are segmented with a period L and regarded as a one-frame repeated code vector 38; and code vectors of numbers N<sub>s+1</sub>-N are segmented with a cycle L/2 and regarded as a one-frame repeated code vector 41. They are supplied as driving sound source vectors to a synthesizing filter 15 together with an optimum cycle code vector from the adaptive code book to select a noise code vector which minimizes the distortion. When L is twice as large as an actual pitch period, the noise code vectors are selected among N<sub>s+1</sub>-N.



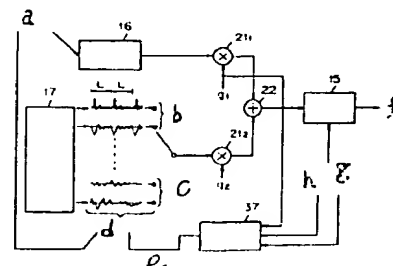
a: made cyclic with L, b: made cyclic with L/2, c: cycling process

**(54) EXCITATION SIGNAL ENCODING AND DECODING METHOD FOR VOICE**

(11) 5-19796 (A) (43) 29.1.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-167124 (22) 8.7.1991  
 (71) NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>  
 (72) TAKEHIRO MORIYA(2)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. G10L9/14, G10L9/18

**PURPOSE:** To improve the quality of a synthesized voice by making code vectors of a noise code book cyclic.

**CONSTITUTION:** In code driving linear predictive encoding, a basic period L is retrieved by using an adaptive code book and then a noise code book is retrieved. In this case, the code vectors are segmented with the cycle L and used as a one-frame repeated cyclic code vector for a driving sound source vector; and a cycling process quantity determination part 37 estimates the extent of the periodicity of the pitch of a frame from the power or linear prediction parameter (inclination of spectrum envelope) of the frame and the number of code vectors in the noise code book 17 as cyclic code vectors is made larger and larger as the estimated extent of the periodicity is larger and larger. Namely, a voiced sound has more cyclic code vectors and a voiceless sound has less cyclic code vectors.



15: synthesizing filter, 16: adaptive code book, a: pitch cycle, b: made cyclic, c: made acyclic, d: cycling process, e: cycling quantity, f: output, g: linear predictive parameter.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-19795

(43)公開日 平成5年(1993)1月29日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

G10L 9/14

9/18

識別記号

庁内整理番号

G 8946-5H

J 8946-5H

E 8946-5H

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21)出願番号 特願平3-167081

(22)出願日 平成3年(1991)7月8日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 間野 一則

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 三樹 聡

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 草野 卓

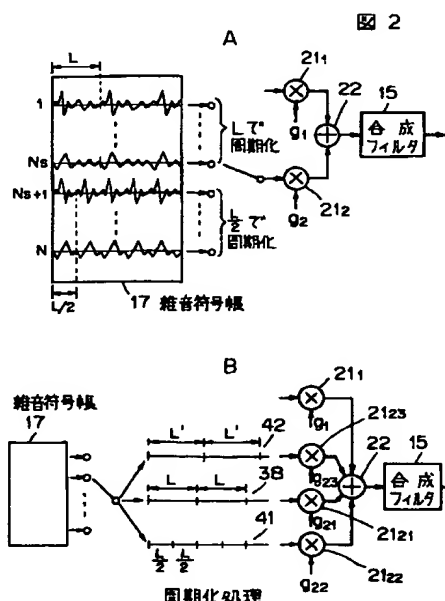
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 音声の励振信号符号化・復号化方法

(57)【要約】

【目的】 雑音符号帳の符号ベクトルを周期化することにより、合成音声の品質を向上させる。

【構成】 符号駆動線形予測符号化において、適応符号帳を用いて基本周期Lを検索し、その後、雑音符号帳の検索を行う際に、雑音符号帳17の番号1~N<sub>S</sub>の符号ベクトルについては周期Lで切り出し、これを1フレーム繰り返した符号ベクトル38とし、番号N<sub>S</sub>+1~Nの符号ベクトルについては周期L/2で切り出し、これを1フレーム繰り返した符号ベクトル41として、それぞれ適応符号帳からの最適周期符号ベクトルと共に、合成フィルタ15へ駆動音源ベクトルとして供給して、歪が最小となる雑音符号ベクトルを選択する。Lが実際のピッチ周期の2倍の場合に雑音符号ベクトルはN<sub>S</sub>+1~Nから選択されることになる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレーム単位に、適応符号帳からの、過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した時系列ベクトルと、雑音符号帳からの時系列ベクトルとで合成フィルタを駆動して音声信号を再生することを用いて入力音声に符号化する音声の励振信号符号化方法において、

上記雑音符号帳の符号ベクトルを、上記ピッチ周期ごとに繰り返して周期化したものと、上記ピッチ周期の半分および2倍、前フレームのピッチ周期、その半分および2倍でそれぞれ上記雑音符号帳の符号ベクトルを繰り返して周期化したものの少なくとも1つとを上記雑音符号帳からの上記時系列ベクトルとすることを特徴とする音声の励振信号符号化方法。

【請求項2】 フレーム単位に、適応符号帳からの、過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した時系列ベクトルと、雑音符号帳からの時系列ベクトルとで合成フィルタを駆動して音声信号を再生する音声信号復号化方法において、

上記雑音符号帳の符号ベクトルを、上記ピッチ周期ごとに繰り返して周期化する処理と、上記ピッチ周期の半分および2倍、前フレームのピッチ周期、その半分および2倍でそれぞれ上記符号ベクトルを繰り返して周期化する処理の少なくとも1つを含み、上記の何れかの周期化処理されたものを上記雑音符号帳からの時系列ベクトルとすることを特徴とする音声信号復号化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は雑音符号帳を用い、符号駆動線形予測符号化、ベクトル和駆動線形予測符号化に適用され、音声の信号系列を少ない情報量でデジタル符号化する高能率音声符号化方法、その復号化方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 デジタル移動無線通信方式で電波を効率的に利用し、また音声蓄積サービスで記憶媒体を効率的に利用するために、高能率音声符号化方法が用いられている。現在、音声を高能率に符号化する方法として、原音声をフレームと呼ばれる5～50ms程度の一定間隔の区間に分割し、その1フレームの音声を周波数スペクトルの包絡形状と、その包絡形状に対応する線形フィルタを駆動するための駆動音源信号という2つの情報に分離し、それぞれを符号化することが提案されている。その場合、駆動音源信号を符号化する方法として、駆動音源信号を音声の基本周波数（ピッチ周期）に対応すると考えられる周期成分と、それ以外の成分（言い換えれば非周期成分）とに分離して符号化する方法が知られている。この駆動音源情報の符号化法として符号駆動線形予測符号化（Code-Excited Linear Prediction Coding: CELP）およびベクトル和駆動線形予測符号化（Vector Sum

Excited Linear Prediction Coding: VSELP）法がある。

それぞれの技術については、M.R.Schroeder and B.S.Atal: "Code-Excited Linear Prediction (CELP): High-quality Speech at Very Low Bit Rates", Proc. ICASSP'85, 25.1.1, pp.937-940, 1985, および I.A.Gerson and M.A.Jasiuk: "Vector Sum Excited Linear Prediction (VSELP) Speech Coding at 8 kbps", Proc. ICASSP'90, 9.3, pp.461-464, 1990, に述べられている。

【0003】 これらの符号化方法は、図3に示すよう

に、入力端子11に入力された原音声について音声分析部12において、その周波数スペクトルの包絡形状を表すパラメータが計算される。この分析には通常、線形予測法が用いられる。その線形予測パラメータは線形予測パラメータ符号化部13で符号化され、その符号化出力は分岐され、線形予測パラメータ復号化部14で復号化され、その復号化された線形予測パラメータが線形予測合成フィルタ15のフィルタ係数として設定される。

【0004】 適応符号帳16において直前の過去の駆動音源ベクトルをある周期（ピッチ周期）に相当する長さで切り出し、その切り出したベクトルをフレームの長さになるまで繰り返し、音声の周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。また雑音符号帳17, 18から音声の非周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。雑音符号帳17, 18は図4に示すように通常白色ガウス性雑音を基調とし、1フレーム分の長さの各種の符号ベクトルが入力音声とは独立にあらかじめ記憶されている。

【0005】 適応符号帳16、雑音符号帳17, 18からの各時系列ベクトルの候補は重みつき加算部19において、それぞれ乗算部211, 212, 213で重み $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ が乗算され、これら乗算出力は加算部22で加算される。この加算出力は駆動音源ベクトルとして線形予測合成フィルタ15へ供給され、合成フィルタ15から合成（再生）音声出力される。この合成音声の入力端子11からの原音声に対する歪みが距離計算部23で計算され、その計算結果に応じて符号帳検索部24により、適応符号帳16における切り出し長さをかえた候補が選択され、かつ雑音符号帳17, 18から他の符号ベクトルが選択され、さらに重みつき加算部19の重み $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ が変更され、距離計算部23で計算された歪みが最小になるようにされる。歪み最小となったときの適応符号帳16の切り出し長を示す周期符号と、雑音符号帳17, 18の各符号ベクトルを示す雑音符号と、重み $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ を示す重み符号と、線形予測パラメータ符号とが符号化出力として出力され、伝送または蓄積される。

【0006】 復号化は図5に示すように入力された線形予測パラメータ符号が線形予測パラメータ復号化部26で復号化され、その予測パラメータが線形予測合成フィルタ27にフィルタ係数として設定される。それまでに

10

20

30

40

50

得られた直前の過去の駆動音源ベクトルと、入力された周期符号とを用いて適応符号帳 28 からその周期で過去の駆動音源ベクトルを切り出し、これをフレーム分繰り返した時系列符号ベクトルが出力され、また入力された雑音符号が示す符号ベクトルが雑音符号帳 29、31 からそれぞれ時系列ベクトルとして読み出される。これら時系列ベクトルは重みつき加算部 32 で入力された重み符号に応じて、それぞれ重み付けがなされた後、加算され、その加算出力が駆動音源ベクトルとして合成フィルタ 27 へ供給され、合成フィルタ 27 から再生音声を得られる。

【0007】雑音符号帳 29、31 は符号化に用いられた雑音符号帳 17、18 と同一のものとされる。雑音符号帳は 1 個のみ、あるいはさらに多くのものが用いられることもある。符号駆動線形予測符号化においては、雑音符号帳には、候補となるべきすべての符号ベクトルが直接記憶されてある。つまり、候補となるべき符号ベクトルの数が  $N$  ならば、雑音符号帳に記憶されている符号ベクトルの数も  $N$  である。

【0008】ベクトル和駆動線形予測符号化では、雑音符号帳は図 6 に示すように、記憶されているすべての符号ベクトル（基本ベクトルと呼ぶ）が同時に読み出され、乗算部 33<sub>1</sub> ~ 33<sub>M</sub> でそれぞれ雑音符号帳用復号器 34 により +1 または -1 が乗算され、その乗算出力が加算されて出力符号ベクトルとして出力される。従って、各基本ベクトルに乘算する +1、-1 の組み合わせにより、出力符号ベクトルの数は  $2^M$  となり、歪みが最小となるようにこの  $2^M$  の出力符号ベクトルの 1 つが選択される。

【0009】ところが、これらの従来の方法では、駆動音源信号の周期性が前フレームの成分のみに限定されるため、周期性の表現力が弱く、再生音声がかたがたとして滑らかさに欠けるという欠点を有していた。このような点から、音声の周期性の表現力を強化するため、従来周期性をもたなかった雑音符号帳から出力される符号ベクトルの一部または全部、あるいは出力される符号ベクトルの成分の一部、もしくは複数の雑音符号帳の一部に適応符号帳の出力時系列符号ベクトルの周期性と同一の周期性をもたせることを提案した。

【0010】つまり図 7 に示すように、雑音符号帳 17 から 1 つの符号ベクトルを、基本周期検索（適応符号 16 の検索）で得られた基本周期  $L$  の長さ分 36 を切り出す。a に示すように、その切り出し部分 36 をフレーム長に達するまで何度も繰り返し配列して、周期性符号ベクトルを作成して出力符号ベクトルとする。それを雑音符号帳 17 中のすべての符号ベクトルについて行い、その中で、合成フィルタに通した再生音声と原音声間の距離が最小になるものを、最適符号ベクトルとする。その後の各駆動音源成分の重みの決定は従来技術と同様に行う。復号側でもそれまでに得られたピッチ周期で雑音

符号帳の符号ベクトルを周期化する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように、雑音符号帳の符号ベクトルもピッチ周期で繰り返す周期化処理を行うことで、量子化歪が小さくなり、品質が改善されるが、この周期化処理は適応符号帳のピッチの周期に依存して行われており、雑音符号帳の繰り返し周期としては必ずしも最適ではないことが判明した。

【0012】この発明の目的は、雑音符号帳に対しても周期化処理し、その周期化処理を改善することにより 4 kbit/s 程度の低ビットで、できるだけ高品質の符号化音声を得られるような音声の符号化・復号化方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明によれば、雑音符号帳の符号ベクトルをピッチ周期に適応させて周期化したものと、適応符号帳のピッチ周期以外の周期、つまりそのピッチ周期の 2 分の 1 および 2 倍の周期や前の分析フレームのピッチ周期、その 2 分の 1 および 2 倍の周期で雑音符号帳の符号ベクトルを周期化したものの少なくとも 1 つを用いて符号化を行う。符号化側が適応符号帳のピッチ周期以外の周期で雑音符号帳の符号ベクトルを周期化した場合は、復号側でも、対応符号の復号時に雑音符号帳の符号ベクトルをピッチ周期以外の符号化側と同一周期で周期化する。

【0014】

【実施例】図 1 にこの発明の実施例の要部を示す。符号器ではまず従来と同様に適応符号帳を用いて、歪が最小となる周期  $L$  が選択される。次に雑音符号帳検索を行うが、雑音符号帳 17 の各符号ベクトルを 1 つずつ取り出し、その符号ベクトル 37 から適応符号帳により求めた周期  $L$  の長さ部分 36 を切り出し、その切り出した部分 36 を繰り返して 1 フレーム分の符号ベクトル 38 とする。また選択した符号ベクトル 37 から周期  $L$  の 2 分の 1 の長さ部分 39 を切り出し、その切り出した部分 39 を繰り返して 1 フレーム分の符号ベクトル 41 とする。これら符号ベクトル 38、41 をそれぞれ各別に乗算部 21<sub>2</sub> へ供給する。その他は図 3 の場合と同一である。

【0015】このように、この例では雑音符号帳 17 の各符号ベクトルがそれぞれ  $L$  で周期化されて、適応符号帳からの最適周期符号ベクトルと加算されて、歪最小となる雑音符号帳のベクトルを検索すると共に、雑音符号帳 17 の各符号ベクトルがそれぞれ  $L/2$  で周期化されて、適応符号帳からの最適周期符号ベクトルと加算されて、歪最小となる雑音符号帳のベクトルを検索し、全体として歪が最小となる雑音符号帳の符号ベクトルを検索することができる。

【0016】適応符号帳検索においては実際のピッチ周期の 2 倍のものを歪最小として検出することがよくあるが、このような場合においては、この実施例では  $L/2$

で周期化したものについてよりよい雑音符号ベクトルが選択されることになる。図2Aに示すように、雑音符号帳17中の符号ベクトル番号1～ $N_s$ については $L$ で周期化し、番号 $N_{s+1}$ ～ $N$ については $L/2$ で周期化するようにしてもよい。この場合も $L$ が実際のピッチ周期の2倍となった場合は、歪最小な符号ベクトルは $N_{s+1}$ ～ $N$ から選出されることになる。図1の例では雑音符号ベクトルを示すインデックスの他に、その周期化を $L$ で行ったか、 $L/2$ で行ったかを示す符号を復号側に送る必要があるが、図2Aではその必要はない。

【0017】雑音符号帳の符号ベクトルの周期化を、適応符号帳から得られた最適周期 $L$ 以外のもので行う例としては前述の $L/2$ の他に、 $2L$ や、前のフレームにおける適応符号帳検索から得た最適周期 $L'$ や $L'/2$ や、 $2L'$ などが考えられる。次にこの発明の他の実施例を述べる。この場合は、雑音符号帳の各符号ベクトルについて、適応符号帳の検索で求めた最適周期と同一で単一の周期 $L$ で周期化して、歪が最小となる符号ベクトルを選択する。このあと、その選ばれた符号ベクトルについてのみ、図2Bに示すように別の周期、この例では $L'$ と $L/2$ とでそれぞれ周期化して符号ベクトル41、42を作成する。これら符号ベクトル41、42と $L$ で周期化した符号ベクトル38との重み付き加算が、歪を最小とする各ベクトル38、41、42に対する利得 $g_{21}$ 、 $g_{22}$ 、 $g_{23}$ を求める。この場合もし、適応符号帳で用いたピッチ周期 $L$ が十分理想的なら自動的にその周期で繰り返した符号ベクトル38の利得 $g_{21}$ が大きくなるようになる。この逆に周期 $L$ が望ましくないものであった場合は、もっと適した周期 $L/2$ または $L'$ で繰り返されたベクトルの利得が大きくなる。

【0018】最初に雑音符号帳の符号ベクトルを選択するときに、各1つの符号ベクトルに対して予め複数種類の周期、例えば $L$ 、 $L/2$ 、 $L'$ でそれぞれ周期化した

符号ベクトルを作成し、これら符号ベクトルを予め決めた一定の重みで加算した符号ベクトルを求め、その符号ベクトルと入力ベクトル（原音声）の歪を計算し、得られた歪最小符号ベクトルについて、その合成前の符号ベクトル、例えば38、41、42について歪最小となる重み付き加算の各利得を求めるようにしてもよい。

【0019】雑音符号帳内の一部の符号ベクトル（または図6中の基本ベクトル）について $L$ で周期化し、また、その同一符号ベクトルまたは他の符号ベクトルについて $L$ 以外で周期化し、周期化しない符号ベクトルを含ませてもよい。更に周期化は1フレーム中の一部について行ってもよい。

【0020】

【発明の効果】以上述べたように、この発明により、適応符号帳で検索したピッチ周期が、正しいものでない場合にも、雑音符号帳の符号ベクトルについては望ましい周期で周期化され、歪を一層小さくすることができる。特に適応符号帳の検索で得たピッチ周期が本来のピッチ周期の2倍となる場合が比較的多いが、この場合の歪を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例の要部である雑音符号帳検索の一部を示す図。

【図2】Aはその他の例を示す図、Bはこの発明の複数の周期化による検索を示す図である。

【図3】線形予測符号化装置の一般的構成を示すブロック図。

【図4】CELPにおける雑音符号帳を示す図。

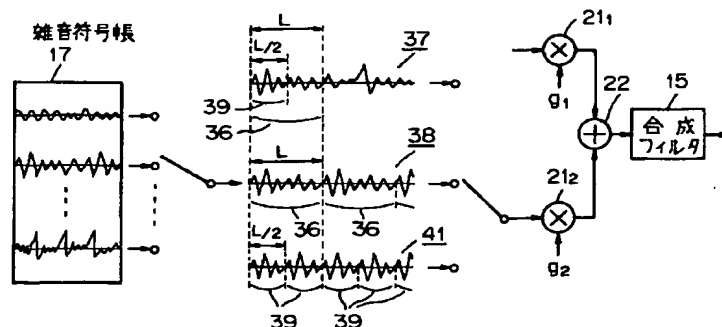
【図5】線形予測符号の復号化装置の一般的構成を示すブロック図。

【図6】VSELPにおける雑音符号帳を示す図。

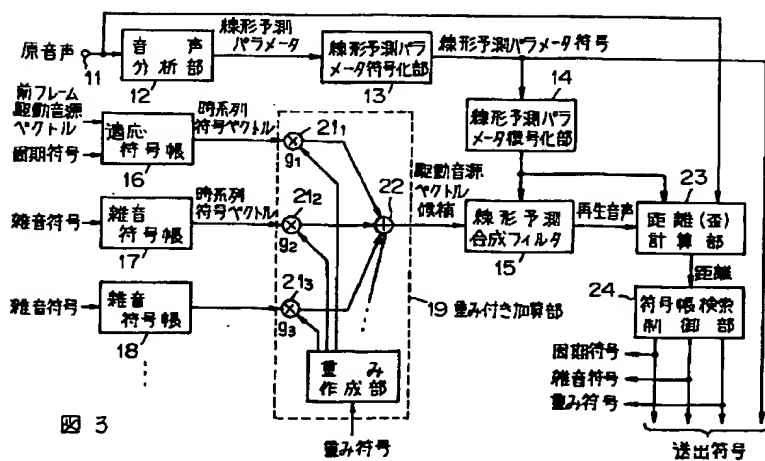
【図7】符号ベクトルの周期 $L$ による周期化を示す図。

【図1】

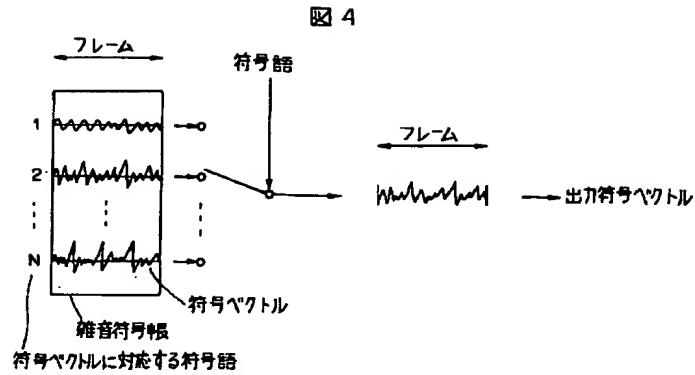
図1



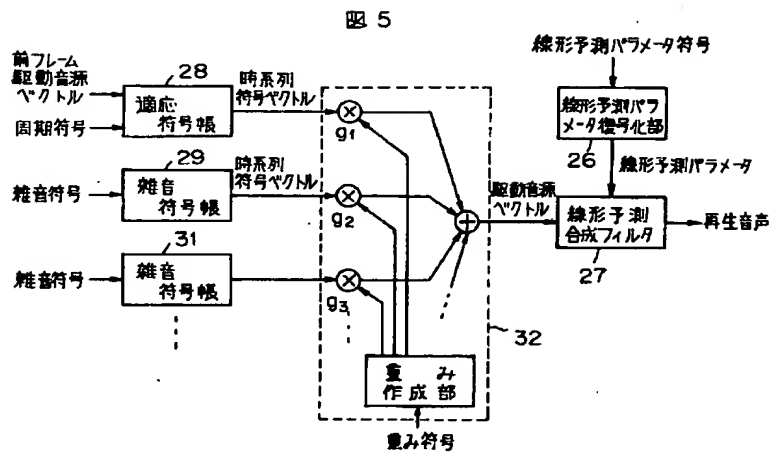
**2**



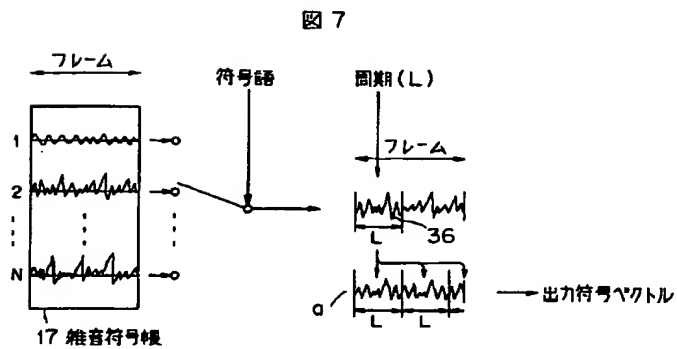
【図4】



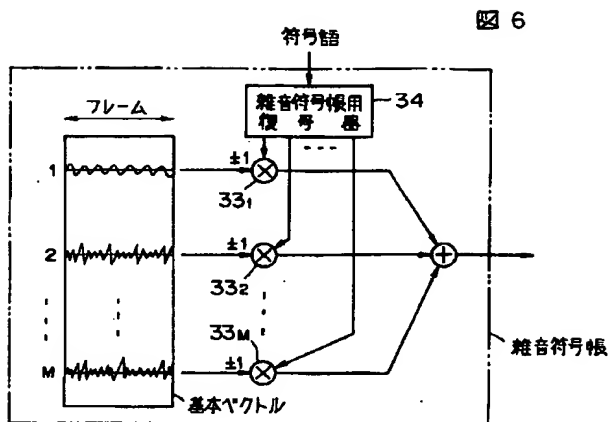
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 大室 伸  
 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
 本電信電話株式会社内